



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EFEITO DA TEMPERATURA E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O DESEMPENHO  
DE CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**

**RANIERE DE SÁ PAULINO**

**AREIA-PB  
JULHO-2017**

**EFEITO DA TEMPERATURA E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O DESEMPENHO  
DE CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Zootecnia do  
Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba, como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. EDILSON PAES SARAIVA

AREIA-PB  
JULHO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

## **DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO**

Aprovada em 26/07/2017

**“ EFEITO DA TEMPERATURA E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O DESEMPENHO  
DE CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO.”**

Autor: **RANIERE DE SÁ PAULINO**

Banca Examinadora:



Prof. Edilson Paes Saraiva - **DZ/CCA**  
Orientador



Prof.<sup>a</sup> Patricia Emilia Naves Givisiez – **DZ/CCA**  
Examinadora



Dr. Danilo Teixeira Cavalcante – **PNPD DO PDIZ/CCA/UFPB**  
Examinador

Valdenio F. Silva  
Secretário do Curso

Prof.<sup>a</sup> Adriana Evangelista Rodrigues  
Coordenadora do Curso

*Dedico*

*A meus familiares, pelo apoio incondicional  
em toda minha vida e a todos que  
contribuíram de forma direta.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha vida, força e coragem durante esta caminhada;

À Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Departamento de Zootecnia;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro aos projetos desenvolvidos;

Aos meus pais, José Paulino Neto e Lindomar Josefa de Sá pelo apoio, amor de vida, pois sempre me apoiaram nas minhas decisões;

Ao Professor Edilson Paes Saraiva, em especial pela orientação, ensinamentos, amizade e modelo de exemplo como profissional durante o curso;

Aos meus irmãos: Roselane de Sá Paulino, M<sup>a</sup> do Socorro de Sá Paulino, Roseline de Sá Paulino, M<sup>a</sup> José de Sá Paulino, Rosana de Sá Paulino e Ramon de Sá Paulino, pelo amor e carinho;

Ao meu cunhado, Ozair Nogueira e sobrinhos Douglas, Deyvid, Dominique, Deyvison e Grazielle,

Aos meus avós, João Leocárdio da Silva, Josefa Maria de Sá “em memória” e Maria José Loyola “em memória”, pelo exemplo de vida;

À minha tia Eudócia pela ajuda e conselhos e à madrinha Socorro;

À minha grande amiga e namorada, Cintia M. de Araujo, pelo apoio e companheirismo;

Aos meus amigos de turma: Arthiel Azevedo, Ricardo Monteiro, Jonathan Feitosa, Ellen Cristiny, Hemmelly Moraes, Robério Pontes, Marcos Sinésio, Tamires Macedo e Thamara Rocha;

Aos amigos do CCA: Bianca Ramiro, Talita Fernando, Carem Nobre, Fenando, Flaviano, Matheus, Antônio, Pedro, Thiago, Nil, Givanildo e aos demais nomes não citados;

A todos os meus amigos da minha cidade natal;

A todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias, em especial aos do Departamento de Zootecnia, pela cooperação e profissionalismo;

Ao grupo de pesquisa e estudo em Bioclimatologia, Etologia e Bem-estar Animal (BioEt), principalmente Guilherme, Mikael, Elivânia, Tarsys, Thiago, Larissa, Kilmer, Ranny, Sérgio, Danrley, Jessyka e Pavlos, que passamos a ser uma família;

A todos, que de forma direta ou indireta participaram da realização, sucesso e conquista desse trabalho. Muito obrigado!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	IV
LISTA DE ABREVIACÕES .....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VI
RESUMO .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Ambiente e estresse por calor .....	11
2.2 Funções do zinco .....	13
2.3 Relação zinco e estresse por calor .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1 Local do experimento .....	16
3.2 Animais, manejo, dieta e delineamento experimental .....	16
3.3 Caracterização das câmaras climáticas e do ambiente .....	19
3.4 Consumo, ganho de peso e conversão alimentar .....	20
3.5 Análise estatística .....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1 Período de 1 a 21 dias de idade .....	21
4.2 Período de 22 a 42 dias de idade .....	25
4.3 Relação entre as fases .....	27
5. CONCLUSÃO .....	29
6. REFERÊNCIAS .....	30

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Temperaturas das câmaras climáticas em função da idade das aves	16
<b>Tabela 2.</b> Composição centesimal das dietas experimentais para codornas japonesas de 1 a 42 dias de idade .....	18
<b>Tabela 3.</b> Desempenho de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade submetidas a diferentes níveis de zinco e dois ambientes térmicos ...	21
<b>Tabela 4.</b> Desempenho de codornas japonesas de 22 a 42 dias de idade submetidas a diferentes níveis de zinco e dois ambientes térmicos ...	26

**LISTA DE ABREVIACÕES**

°C	Graus Celsius
W	Watt
MDA	Metalotioneína
Zn	Zinco
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mg	Miligrama
Mg	Magnésio
kg	Quilograma
g	Grama
m	Metro
cm <sup>2</sup>	Centímetro quadrado
PID	Proporcional, Integral, Derivativo
dz	Dúzia
ppm	Parte por milhão



**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Ganho de peso (g/ave) de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade em função dos níveis de Zinco (mg/kg) .....	22
<b>Figura 2.</b> Conversão alimentar (g/g) de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade em função dos níveis de Zinco (mg/kg) .....	23

## RESUMO

### **EFEITO DA TEMPERATURA E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS NAS FASES INICIAL E CRESCIMENTO**

Objetivou-se do trabalho foi determinar o melhor nível de suplementação de zinco na dieta de codornas japonesas na fase inicial, mantidas em condições de conforto térmico e estresse por calor. O experimento foi realizado em câmaras bioclimáticas pertencentes a Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB, Brasil. Utilizou-se 500 codornas fêmeas com 1 dia de idade, em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x2 (cinco níveis de zinco e dois ambientes climáticos), com 10 tratamentos e 5 repetições por tratamento. Os ambientes consistiram em conforto térmico e estresse por calor. Cada sala continha 25 gaiolas, e 10 aves cada; os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de zinco, resultando em um total de 30; 60; 90; 120 e 150 mg de Zn/kg de ração. O nível de 30 mg/kg representou o tratamento controle, sendo os outros tratamentos os níveis suplementares de zinco. O período experimental foi de 42 dias e as características de desempenho consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, foram avaliados semanalmente. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), testes com modelos de regressão polinomial e as diferenças entre os dois ambientes térmicos foram obtidas pelo teste F. As diferenças entre médias com probabilidade menor que 0,05 foram consideradas significativas. Na primeira fase, o ganho de peso das aves decresceu de forma linear com o aumento do nível de zinco suplementar. Os níveis de zinco a medida que era aumentado a conversão alimentar das aves pioraram de forma linear, com pior valor para o nível de 150 mg/Zn. As aves mantidas no estresse por calor apresentaram a melhor conversão alimentar. Na segunda fase, o consumo de ração foi maior em codornas mantidas em conforto térmico (355,7g). O ganho de peso foi maior para as codornas mantidas em conforto térmico. Houve diferença nas respostas dos animais nas diferentes fases; o zinco foi capaz de influenciar apenas os resultados dos animais de 1 a 21 dias de idade. O nível de 30 mg de zinco atende à exigência para codornas de postura independente da fase e do ambiente térmico e em ambas as fases estudadas o estresse por calor compromete o desempenho das codornas, sendo os prejuízos mais significativos nos animais de idades mais avançadas.

**Palavras-chave:** Coturnicultura; Estresse térmico; Minerais

## **Abstract**

### **Effect of temperature and zinc levels on Japanese quality performance in initial and growth phases**

This study aimed to determine the best level of zinc supplementation in the diet of Japanese quail in early stages, maintained in thermal comfort conditions and heat stress. The experiment was conducted in environmental chambers at the Federal University of Paraíba, Unity II, Areia-PB, Brazil. Five hundred female quails aged 1 day were used. The animals were distributed in two environmental chambers were adjusted to thermal comfort and heat stress. Each room contained 25 cages with 10 birds; the treatments consisted of zinc supplementation levels (30; 60; 90; 120 and 150 mg of Zn/kg of diet). The level of 30 mg/kg represented the treatment control, since it is the requirement for quails, and the other treatments were the supplemental levels of zinc. The experimental period was 42 days and food intake, weight gain and feed conversion. were assessed weekly a completely randomized design in a 5x2 factorial arrangement (five zinc levels and two climatic environments) was used, with 10 treatments and 5 repetitions per treatment. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA), tests with models of polynomial regression and the differences in thermal environments was obtained by the test F. The differences between means with probability lower than 0.05 were considered significant. In the first phase, weight gain decreased linearly with the increase in supplemental zinc level. Zinc levels influenced food conversion of Japanese quails in a linear manner. High environmental temperature improved feed conversion. In the second phase, food intake was higher in birds kept in thermoneutral temperatures (355.69 g) as well as weight gain. There were differences in the responses of animals in the different phases, and zinc affected only the results of animals from 1 to 21 days of age. The level of 30 mg of zinc fulfils quail requirements, independent of the phase and the thermal environment. In both phases, heat stress interfered negatively in the performance of the quails, and the most significant losses were seen in the older quails.

**Keywords:** Japanese Quails Farming; Minerals; Thermal stress

## 1. INTRODUÇÃO

As aves estão entre os animais classificados como homeotérmicos, porque mesmo com as flutuações da temperatura ambiental e quantidade de calor recebido mantêm a temperatura do núcleo corporal com pequenas variações, o que é possível devido ao controle do metabolismo, eliminação de calor nas épocas quentes e conservação nos períodos frios, como também mudanças comportamentais (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Mesmo sendo homeotérmicas, em alguns casos, o estresse térmico pode se tornar severo para as aves, a ponto de os ajustes termorregulatórios não serem capazes de manter a homeotermia, podendo levá-las ao óbito. Nos países tropicais, onde há predominância de alta incidência de radiação solar e temperaturas elevadas, é imprescindível maior atenção no tocante ao estresse por calor.

Codornas sofrem muito com a ação dos elementos climáticos do meio como temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do ar, sendo contínuas a interação dos elementos e o animal, havendo sempre troca de energia entre estes.

Diante disso, fatores ambientais afetam o desempenho produtivo de codornas da linhagem japonesa, na qual o ambiente de estresse por calor contribui para a menor ingestão de ração e, como consequência, as aves apresentam queda na produção de ovos, pior conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

De acordo com Lai *et al.* (2010), o motivo pelo qual as aves sofrem mais com estresse por calor, quando comparado ao frio, é a ausência de glândulas sudoríparas, que contribuem na troca de calor animal/ambiente, além da presença de penas que dificulta a termólise, principalmente por convecção.

As buscas para tentar minimizar os efeitos deletérios causados pelo estresse por calor em aves de produção são constantes; vão desde mudanças nas instalações até o manejo no geral.

A manipulação dos nutrientes representa uma importante estratégia de manejo, pois está ligada às funções vitais do animal. Por exemplo, há relatos de que os minerais selênio, cromo e zinco, apresentam melhorias no desempenho de aves como codornas, frangos e galinhas, durante os períodos mais quentes do ano, em países tropicais.

Para Cruz & Fernandez (2011), o zinco é um mineral importante e, quando suplementado na dieta de codornas japonesas criadas em ambientes de altas temperaturas, foi observada maior ingestão de ração e, consequentemente, melhor peso e qualidade dos ovos.

No ambiente de estresse por calor, as aves apresentam pior desempenho devido à menor ingestão de ração, no entanto, essa resposta negativa pode ser amenizada com o fornecimento de maiores quantidades das fontes de zinco durante o período mais quente.

O exposto anteriormente reforça os resultados de Lai *et al.* (2010); quando trabalharam com frangos em dois tipos de ambientes, verificaram que os níveis suplementares de zinco de 40 a 60 mg/zinco por kg de ração no estresse por calor melhoraram o desempenho das aves por ter conseguido reduzir os efeitos que o estresse por calor pode causar.

O zinco tem se mostrado muito importante no organismo das aves por possuir diversas funções; algumas são bem conhecidas e outras ainda precisam de mais esclarecimento pela comunidade científica, principalmente no que se refere a sua importância no estresse por calor.

Quando se trata de codornas japonesas, na fase inicial e crescimento em condições de estresse por calor, há uma limitação ainda maior de informações na literatura acerca do uso de zinco na dieta e que nível seria mais indicado para os animais criados nesse tipo de ambiente.

Assim, objetivou-se determinar o melhor nível de suplementação de zinco na dieta de codornas japonesas durante as fases inicial e a crescimento, quando mantidas em condições de conforto térmico e estresse por calor.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Ambiente e estresse por calor

As aves estão incluídas no grupo dos animais classificados como homeotérmicos, ou seja, conseguem dissipar calor para o ambiente no verão ou evitar perder calor nas épocas mais frias, mantendo a temperatura do núcleo corporal com pequenas variações mesmo com as flutuações da temperatura ambiental e quantidade de calor recebido (SILVA & SEVEGNANI, 2001; BAÊTA & SOUZA 2010).

Segundo Barbosa Filho (2004), a temperatura corpórea das aves sofre pequena variação, entre 41 e 42 °C, e a manutenção da temperatura dentro dessa faixa somente é possível porque existem trocas de calor constantes com o meio ambiente, garantindo a vida do animal mesmo em ambientes considerados estressantes (frio ou calor moderado).

Os elementos constituintes do ambiente climático (temperatura do ar, radiação, umidade relativa do ar e velocidade do ar) exercem importante ação no organismo animal, contribuindo na interação dos processos de troca de calor que ocorrem entre o ambiente e o animal (FERREIRA, 2011).

Contudo, Neiva *et al.* (2004) e Medeiros *et al.* (2005) destacam a importância da temperatura do ar como elemento climático que apresenta a maior influência sobre os processos fisiológicos dos animais, e, quando em interação com os demais elementos climáticos, esta corresponde a uma ameaça ao desempenho e à vida dos animais.

O Brasil é um país tropical, possuindo temperaturas do ar médias altas, e, quando se trata da região Nordeste, os valores são ainda maiores. Medeiros *et al.* (2005) e Cavalcanti *et al.* (2006) citam que a temperatura do ar média dessa região varia entre 18 e 26 °C, podendo ultrapassar facilmente os 30 °C no verão, o que pode representar riscos para as atividades de produção animal.

Altas temperaturas ambientais influenciam a temperatura interna das aves. Dessa forma, o organismo começa a utilizar energia proveniente da dieta para tentar dissipar parte do calor através da evaporação respiratória e, como efeito negativo, há queda na produção de ovos (BAÊTA & SOUZA, 2010).

A presença de glândulas sudoríparas facilitaria a dissipação de calor das codornas para o ambiente, porém, tais animais não apresentam esse tipo de glândulas, sofrendo com maior intensidade quando submetidas ao estresse por calor. Além disso, a presença de plumagem dificulta ainda mais a perda de calor, em especial por convecção (BARTLETT & SMITH 2003; LAI *et al.*, 2010).

Codornas de corte com idade entre 22 e 35 dias se mantêm em conforto térmico quando submetidas a temperaturas entre 25 e 26 °C, respectivamente, e quando os valores desse elemento passam da faixa de conforto, os animais tendem a reduzir o desempenho (SOUSA *et al.*, 2014).

No entanto, a zona de conforto térmico para codornas japonesas na fase adulta é diferente das outras faixas de idades, devendo estar entre 18 e 22 °C. Caso a temperatura ambiente ultrapasse a zona crítica superior, o desempenho começa a ser prejudicado, pois o consumo de ração, taxa de crescimento e a eficiência alimentar são afetados de forma negativa pelo ambiente por causa da menor digestibilidade dos nutrientes presente nas dietas (SAHIN & KUCUK, 2003; CAIRES *et al.*, 2008).

Estudando o efeito das estações do ano sobre desempenho de codornas japonesas e europeias, Guimarães *et al.* (2014) enfatizaram que a maior preocupação com as condições climáticas na época mais quente do ano se dá pela maior amplitude de carga térmica radiante (28,27 W m<sup>-2</sup>) nesta estação, sendo próximos dos limites térmicos para a espécie.

Nunes *et al.* (2014), ao avaliar o consumo de ração por codornas japonesas com idade de 58 dias criadas em ambientes com temperaturas de 14, 27 e 35 °C, observaram que o consumo de ração das aves nas temperaturas de 27 e 35 °C foram inferiores quando comparado ao ambiente de 14 °C. Essa resposta foi considerada como forma de reduzir o incremento calórico advindo do processo de digestão dos alimentos, amenizando o estresse térmico e evitando a morte por hipertermia.

Como relata Guimarães *et al.* (2014), o estresse por calor pode ser ocasionado pela interação de elementos climáticos como temperatura do ar muito alta, radiação intensa e umidade do ar muito baixa, que acarretam em reduções na produção, produtividade e piora na qualidade dos ovos.

Com o objetivo de reduzir os impactos negativos causados pelo estresse ambiental, muitos pesquisadores têm trabalhado na manipulação de dietas (LAI *et al.*, 2010), substituindo os elementos que incrementam calor, como por exemplo, substituição de carboidratos por lipídeos e proteína bruta por aminoácidos industriais (CAIRES *et al.*, 2008).

Além do uso de lipídeos e aminoácidos industriais, alguns minerais têm se mostrado eficientes na redução dos efeitos causados pelo estresse, como citado por Silva *et al.*, (2015). Minerais como selênio ajudam a amenizar os efeitos nocivos causados pelo ambiente quente em frangos, apresentando menor quantidade de elementos que combatem oxidação.

Sunder *et al.* (2008) afirmaram que outro micromineral que pode amenizar o estresse causado por altas temperaturas seria o zinco. Ao avaliarem os efeitos de altos níveis de suplementação com zinco na dieta de frangos de corte de até 4 semanas de idade, esse mineral conseguiu reduzir a relação heterófilos/linfócitos, um dos indicadores de estresse em aves, além de ter melhorado a resposta imune dos animais sob estresse.

## **2.2. Funções do zinco**

O zinco é um elemento exigido em pequenas quantidades no organismo animal, também conhecido como oligoelemento ou micromineral. Apresenta diversas funções no organismo, que vai desde manter e crescer o sistema esquelético, ajudar no crescimento muscular, desenvolvimento do sistema imune e tem também cofator enzimático nos animais (LAI *et al.*, 2010).

A esse mineral também se atribui outras importantes contribuições para o bom desempenho das aves, como o de melhorar as reações metabólicas tanto em nível celular como molecular, agindo de forma a beneficiar os conjuntos de reações, uma vez que aumenta a velocidade destas reações, o zinco as torna tornando-as mais eficientes; além disto, é essencial para atividades de regulação e de estrutura em mais de 1000 proteínas (KUCUK, 2008).

A regulação dos níveis de zinco que circula no corpo animal é controlada por uma proteína produzida no fígado chamada de metalotioneína (MDA), entretanto, a sua produção somente ocorre se existir determinado nível de zinco dietético, além de certa concentração plasmática deste mineral (FERNANDES, 2012).

Este mineral evita a ação dos radicais livres, reduzindo a destruição das enzimas e proteínas presente no corpo animal. Possui também função antioxidante, por meio da redução de radicais livres que são formados por metais que sofrem oxidação excessivamente rápidas, como por exemplo, o cobre e o ferro (KUCUK, 2008).

De acordo com Sahin & Kucuk (2003), a participação do zinco como antioxidante é apenas uma das diversas ações benéficas deste micromineral. Namazu *et al.* (2008) destacam esse micromineral como importante para funções no corpo, com por exemplo no metabolismo de nutrientes. Além disso, é essencial para aproximadamente 300 enzimas na regulação de sua atividade.

Segundo Sahin *et al.* (2005) e Fernandes (2012), os hormônios como glucagon, insulina, sexuais e de crescimento dependem do zinco para exercerem suas atividades e para que sejam sintetizados, secretados e armazenados. Sua deficiência pode acarretar na



produção insuficiente de hormônios pelas gônadas masculinas, diminuindo a produção de espermatozoides e posterior taxa de eclosão dos ovos, além de reduzir a utilização de nutrientes e promover empenamento defeituoso em aves.

Para Bartlett & Smith (2003), a introdução de altos níveis de zinco, como 181 mg/kg de ração, na dieta de frangos de corte, estimula a maior produção de proteínas específicas totais quando comparada aos animais que receberam dietas com menos zinco na constituição da dieta. Essas proteínas são também conhecidas como anticorpos, que são responsáveis pela defesa do organismo animal.

Estudo realizado por Akbari Moghaddam Kakhki *et al.* (2016) demonstrou que a suplementação de zinco na dieta de frangos de corte eleva de forma expressiva a quantidade deste mineral presente no fígado e músculos da coxa, cerca de 50% a mais quando comparado com os músculos do peito.

Por sua grande diversidade funcional no desempenho animal, o zinco tem sido mais incorporado nas dietas de animais de ciclos precoces, em razão de proporcionar retorno positivo para frangos de corte e galinhas de capoeira, principalmente (SUNDER *et al.*, 2008).

Cruz & Fernandez (2011), ao avaliar a efeito do selênio orgânico e zinco no desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas observaram que o consumo de ração e a produção de ovo por dia melhoraram e também reduziu a mortalidade quando foram incluídos selênio e zinco na dieta dos animais.

### **2.3. Relação zinco e estresse por calor**

As modificações de dietas nos períodos mais quentes consistem em uma forma de amenizar os efeitos causados por esse tipo de estresse em codornas, já que os requerimentos nutricionais sofrem variações de acordo com as condições ambientais (estresse por calor, frio ou conforto térmico) (LAI *et al.*, 2010).

Isto reforça a citação de Bartlett & Smith (2003), que destacaram a maior necessidade de microminerais, como zinco, para organismo dos frangos de corte que passam por estresse por calor.

O uso de minerais como zinco e selênio estão intimamente ligados aos processos de redução do estresse por calor em frangos de corte, amenizando os efeitos maléficos causados pelo ambiente quente, e causando redução nos elementos oxidativos (SILVA *et al.*, 2015).

Em estudo com frangos de corte, Boiago *et al.* (2013) suplementam as aves com fontes minerais (selênio, zinco e manganês), e submeteram-nas a ambientes de estresse por calor de acordo com a faixa de idade (35 °C para 4 – 7 dias; 34 °C para 8 – 14 dias; 33 °C

para 15 – 21 dias e 32 °C para 22 – 42 dias), observaram que a fonte de suplementação mineral orgânica melhorou a conversão alimentar dos animais nesse tipo de ambiente.

Possivelmente a exigência nutricional por zinco das aves criadas no calor excessivo são maiores, pois aos bons resultados foram encontrados em estudos com valores acima do seu requerimento. O estudo de Kucuk (2008) confirma isso; codornas japonesas submetidas ao ambiente de 35° C apresentam-se menos estressadas reduziram o estresse quando suplementadas com 30 mg de Zn + 600 mg de Mg.

De acordo com Sahin *et al.* (2005), independente da fonte de zinco (orgânico ou inorgânico), a suplementação para codornas japonesas a partir dos 10 dias de idade aumentou o consumo de ração, melhorou o ganho de peso vivo e a eficiência alimentar e, conseqüentemente, o peso da carcaça dos animais que sofreram estresse por calor (34° C) durante 8 horas diárias.

Também trabalhando com codornas japonesas, Sahin & Kucuk (2003) verificaram efeito benéfico da suplementação de 30 a 60 mg de zinco por kg de ração sobre os parâmetros avaliados. Quando as aves foram criadas em ambiente de 34 °C e umidade relativa do ar de 42% por 3 semanas houve maior ingestão de ração e produção de ovos, tendo como resultado a melhoria da eficiência alimentar.

As codornas japonesas criadas em ambientes de estresse por calor tendem a apresentar aumento na quantidade de zinco no fígado. Essa resposta ao estresse ocasiona menor quantidade desse mineral no plasma sanguíneo e, como consequência, menos zinco disponível para ser utilizado pelo animal, necessitando assim, de uma suplementação nesse período (SAHIN *et al.*, 2005).

Nos ambientes mais quentes, a incidência de ovos com cascas moles é mais frequente quando comparado aos ambientes de conforto térmico. O uso de zinco ajuda a reduzir a taxa de ovos com má qualidade, pois a deposição de cálcio na casca do ovo depende da enzima anidrase carbônica e a mesma, para ser formada, necessita de zinco (MELO *et al.*, 2016).

O estudo da interação temperatura/nutrição vem crescendo em aves produtoras de ovos, considerando que o elemento temperatura do ar pode regular a ingestão de alimentos e reduzir as taxas de desempenho produtivo do animal, assim é de grande importância considerar essas duas variáveis (MELO *et al.*, 2016).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do experimento

O experimento foi realizado em câmaras bioclimáticas pertencentes ao Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia-PB, Brasil.

#### 3.2. Animais, manejo, dietas e delineamento experimental

Foram utilizadas 500 codornas (*Coturnix coturnix japonica*) fêmeas com 1 dia de idade, e peso corporal médio de 7g, separadas em lotes homogêneos, de forma a reduzir possíveis efeitos individuais.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e o experimento consistiu num arranjo fatorial 5x2, com cinco níveis de suplementação de zinco na dieta (30; 60; 90; 120 e 150 mg de Zn/kg de ração) e dois ambientes climáticos (Conforto térmico e Estresse por calor) (Tabela 1). O nível de 30 mg/kg representou o tratamento controle, sendo os outros tratamentos os níveis suplementares de zinco, compondo assim, 10 tratamentos, 5 repetições por tratamento, sendo cada gaiola uma repetição, e 10 aves/gaiola.

Após a seleção, as aves foram alojadas em duas câmaras climáticas, com dimensões de 5,40 m de comprimento por 3,65 m de largura. Cada câmara continha 25 gaiolas com dimensões de 55x35x27cm (comprimento, largura e altura). As gaiolas foram equipadas com comedouros tipo prato até o 7º dia e tipo calha do 8º ao 42º dia de idade e bebedouros tipo infantil. Cada gaiola continha 10 aves, resultando em densidade de 192,5 cm²/ave.

Os dois ambientes climáticos foram representados por duas câmaras climáticas reguladas para garantir conforto térmico (Ambiente 1) e estresse por calor (Ambiente 2).

Com base na premissa que as exigências térmicas das aves domésticas mudam de acordo com seu crescimento, foram definidas faixas de condições térmicas diferentes para cada uma das câmaras climáticas com umidade relativa do ar de 65% em ambas. Estas faixas foram seguidas conforme sugerido por Sousa (2013), como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Temperaturas das câmaras climáticas em função da idade das aves

Idade (Dias)	Conforto (°C) Ambiente 1	Estresse calor (°C) Ambiente 2
1 a 7	36	41
8 a 14	32	37
15 a 21	28	34
22 a 42	26	33

O período experimental foi de 42 dias, sendo dividido em duas fases de 21 dias, sendo que as coletas de dados foram efetuadas a cada 7 dias. Utilizou-se programa de luz de 24 h de luz do 1° ao 20° dia, 18 h do 21° ao 34° dia, e 17 h do 35° ao 42° dia (Manual Fujikura, 2016). Durante todo o período experimental, as aves passaram pelo mesmo manejo alimentar, recebendo água e ração à vontade. O arraçãoamento e abastecimento da água foram realizados duas vezes ao dia, sempre às 8:00 e 15:00 horas. Todas as aves foram vacinadas contra as doenças Newcastle e Gumboro via água nos períodos estabelecidos pelos fabricantes

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas para atender às exigências das codornas, de acordo com recomendação de Rostagno *et al.* (2011). Foi utilizado premix mineral livre de zinco.

**Tabela 2.** Composição centesimal das dietas experimentais para codornas japonesas de 1 a 42 dias de idade

Ingredientes, kg	Níveis de Zn (mg/kg)				
	30	60	90	120	150
Milho grão, 7,88%	56,211	56,211	56,211	56,211	56,211
Farelo de soja, 45%	38,518	38,518	38,518	38,518	38,518
Óleo de soja	1,373	1,373	1,373	1,373	1,373
Calcário calcítico	1,196	1,196	1,196	1,196	1,196
Fosfato bicálcico	1,387	1,387	1,387	1,387	1,387
Sal comum	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
DL-Metionina	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165
L-Lisina HCl	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
L-Treonina	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037
Cloreto de colina, 60%	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Premix mineral (livre de Zn) <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Coccidiostático (Coxistac) <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Promotor de crescimento (Surmax) <sup>4</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Butil-Hidróxi-Tolueno (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Sulfato de Zn (35%)	0,000	0,086	0,171	0,257	0,342
Inerte	0,342	0,256	0,171	0,085	0,000
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição química					
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Metionina + Cisteína digestível (%)	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760
Lisina digestível (%)	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120
Treonina digestível (%)	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790
Valina digestível (%)	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Triptofano digestível (%)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Cálcio (%)	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Fósforo disponível (%)	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cloro (%)	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Potássio (%)	0,860	0,860	0,860	0,860	0,860
Zinco (mg/kg)	30	60	90	120	150

<sup>1</sup>Premix mineral (por kg): 10 mg de Cu, 50 mg de Fe, 80 mg de Mn, 1,2 g de I. <sup>2</sup>Premix vitamínico (por kg): 8,000 IU de vitamina A, 2,000 IU de vitamina D3, 15 mg de vitamina E, 2 mg de vitamina K, 3 mg de vitamina B1, 4 mg de vitamina B2, 2 mg de vitamina B6, 10 mg de vitamina B12, 60 mg de biotina, 15 mg de ácido pantotênico, 30 g de niacina, e 7 mg de ácido fólico, 4 g de selênio. <sup>3</sup>Salinomicina 12 %, Phibro; <sup>4</sup>Avilamicina.

### **3.3. Caracterização das câmaras climáticas e do ambiente**

A unidade de pesquisa é formada por duas câmaras climáticas isoladas (Sala 1 – ambiente 1; e Sala 2 – ambiente 2) e uma terceira sala onde ficavam os sistemas de controle, comando e alimentação de energia elétrica das câmaras.

Na câmara climática o sistema central de controle é um controlador do tipo PID (Proporcional, Integral, Derivativo), que mantinha a umidade relativa do ar e a temperatura dentro de valores escolhidos pelo operador. Para tanto, existiam dois sistemas de equipamentos principais instalados no interior das câmaras: um circuito de refrigeração e aquecimento, e um segundo sistema de equipamentos conhecidos como umidificador e desumidificador.

Além destes dois sistemas de equipamentos, existe um sistema de circulação de ar que se dava, principalmente, de duas formas: por convecção e ventilação de ar, o sistema de iluminação e o sistema de câmera de vídeo.

O sistema de ventilação realizava os processos de troca do ar no ambiente, com objetivo de controlar a temperatura, de renovar o oxigênio e de remover umidade, odores, poeiras, bactérias do ar e dióxido de carbono. A ventilação consiste num fator importante para manter a qualidade do ar no interior das salas.

Os sistemas de ventilação e iluminação são controlados por um temporizador digital, modelo Decorlux TE-4163, que é um dispositivo multifuncional utilizado em sistemas de automação, com até 20 (vinte) programações para comutação.

O dispositivo responsável pelo aquecimento é um elemento resistivo, convenientemente ajustado no ambiente da câmara, com um ventilador para melhor dispersar o calor. Um sensor de temperatura, instalado no interior da câmara, informava ao controlador PID o valor da temperatura que atuava no aquecimento resistivo via contactor elétrico.

A refrigeração da câmara é realizada por um equipamento de ar condicionado e controlado pelo PID, que recebe a informação do sensor de temperatura instalado no interior da câmara, para atuar adequadamente no resfriamento da câmara.

O aumento da umidade do ar das câmaras climática podia ser controlado por um equipamento umidificador eletroeletrônico que lançava água em forma de névoa dentro do ambiente de forma uniforme, este aparelho apresenta um reservatório de água e um outro sistema para umidificar. Um sensor de umidade informa ao controlador PID o valor da umidade relativa no interior da câmara.

A remoção da umidade das salas é feita por um desumidificador, onde um sensor de umidade no interior da câmara, informava ao PID a umidade relativa do ambiente, ajustando-se adequadamente para manter a umidade escolhida pelo operador.

### **3.4. Consumo, ganho de peso e conversão alimentar**

O desempenho foi avaliado pelo consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração e ganho de peso das aves de cada parcela/unidade experimental foi determinado nas fases 21 e 42 dias do experimento. O consumo de ração foi calculado por meio da diferença entre a quantidade fornecida diariamente e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. Dividiu-se o resultado pelo número de aves de cada parcela, sendo expressado em gramas, por ave.

Para o cálculo de ganho de peso subtraiu-se do peso final o peso inicial do grupo existente e posteriormente dividido pelo número de animais da gaiola, obtendo o peso médio por animal. A conversão alimentar foi calculada pela divisão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves e depois expresso em gramas.

### **3.5. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o SAS (versão 9.1; Cary, NC USA). Para obter o comportamento dos dados, pelos níveis de suplementação de zinco, os dados foram submetidos a testes com modelos de regressão polinomial, já diferenças entre os dois ambientes térmicos foram obtidas pelo teste F. As diferenças entre médias com probabilidade menor que 0,05 foram consideradas significativas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Período de 1 a 21 dias de idade

Não houve interação entre os níveis de zinco e o ambiente sobre as variáveis de consumo de ração ( $p=0,5180$ ), ganho de peso ( $p=0,4134$ ) e conversão alimentar ( $p=0,4630$ ). Assim, serão considerados os fatores isoladamente (Tabela 3). Não houve efeito dos níveis de zinco sobre o consumo de ração ( $p>0,0386$ ) (Tabela 3). Porém, o ganho de peso das aves decresceu de forma linear, de 88,65 para 83,43 g/ave com o aumento do nível de zinco suplementar (Figura 1), representando uma redução de 5,89 %.

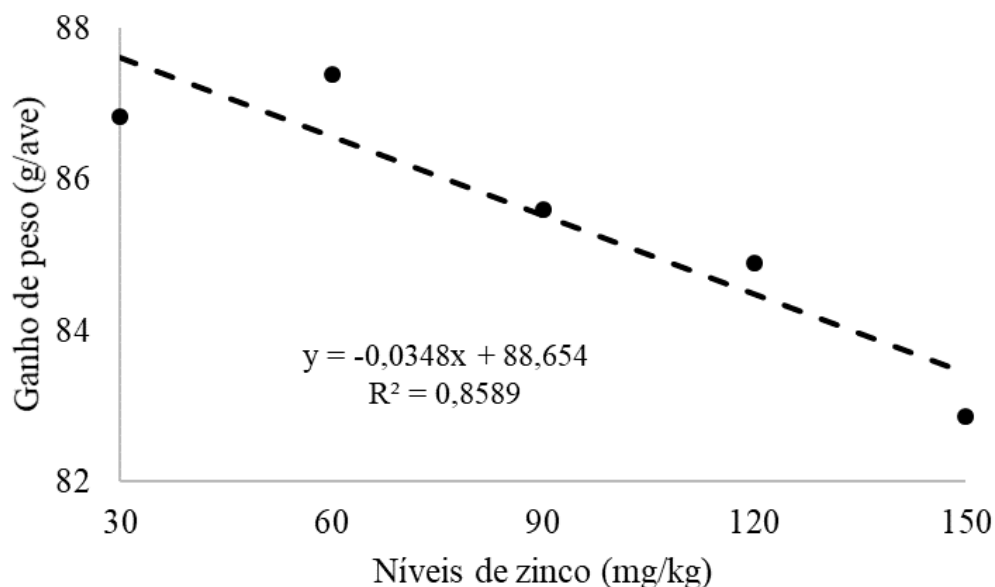
Tal resultado mostra que a suplementação excessiva pode não resultar em maior ganho de peso para codornas com a idade de 1 a 21 dias, como visto no nível de zinco de 150 mg/kg que apresentou o menor ganho de peso entre os tratamentos. Esses animais supostamente utilizam de mecanismos para controlar os níveis de zinco no organismo, justificando o pior desempenho.

**Tabela 3.** Desempenho de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade submetidas a diferentes níveis de zinco e dois ambientes térmicos

Níveis de Zinco (mg/kg)	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
30	197,02	86,84	2,27
60	196,84	87,40	2,25
90	196,27	85,60	2,29
120	195,77	84,90	2,30
150	197,82	82,87	2,38
Ambiente**			
Conforto	200,64 A	86,07	2,33 A
Estresse por calor	192,18 B	84,78	2,26 B
C.V. (%)	3,43	3,52	2,68
Valor de P			
Zinco	0,9868	0,0386	0,0060
Ambiente	0,0007	0,1491	0,0061
Zinco x ambiente	0,5180	0,4134	0,4630
Regressão			
Linear	0,9542	0,0078	0,0007
Quadrática	0,6166	0,3897	0,0746

\*\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $p<0,05$ ).





**Figura 1.** Ganho de peso (g/ave) de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade em função dos níveis de Zinco (mg/kg).

Segundo Gomes *et al.* (2009), o zinco ingerido em excesso na dieta dos frangos de corte necessita ser destinado para algum lugar específico, e o órgão responsável por acumular o zinco remanescente seria o fígado. Pode-se supor que, na tentativa de armazenar o zinco excedente no fígado, essas aves necessitem gastar parte da energia que seria usada para o crescimento, sobrando menos para ser utilizada no ganho de peso.

Este processo de acúmulo de zinco no fígado deve ser semelhante ao ocorrido com o cobre, quando em excesso é armazenado no fígado para evitar o efeito tóxico sobre as células que metabolizam produtos e formam colesterol, através do funcionamento englobante nas mitocôndrias e lisossomos para serem posteriormente degradadas (DÍAZ *et al.*, 2015).

De acordo com Rezende (2016), o fornecimento de zinco em altas quantidades na alimentação de frangos de corte pode ocasionar danos à saúde do animal, tal dano é pertinente a um conjunto de interações negativas que ocorrem entre o zinco e os outros minerais presentes, resultando em um desbalanço mineral.

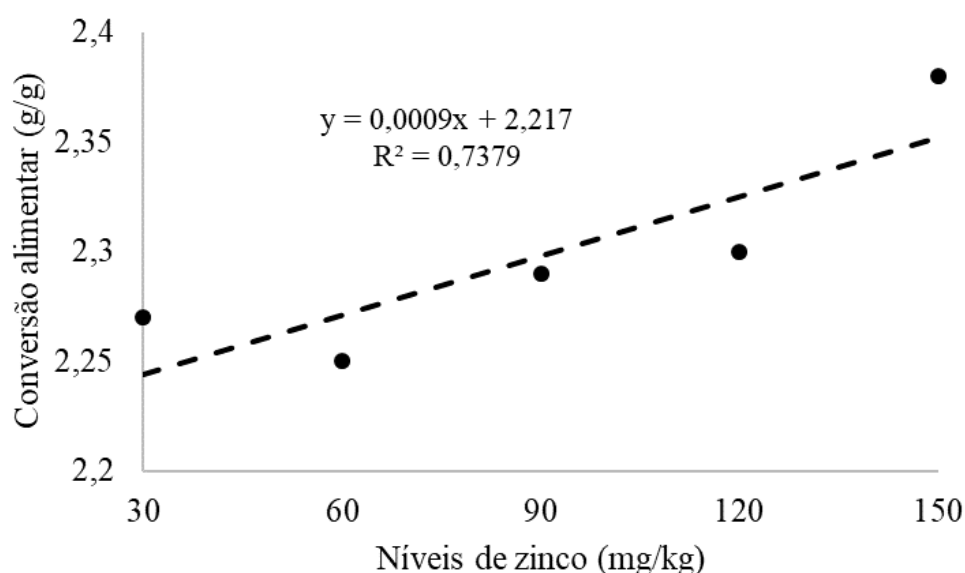
Para Namazu *et al.* (2008), o zinco é essencial para produção de centenas de enzimas é importante para a metabolização de nutrientes. Assim, as interações entre os minerais no organismo das codornas provavelmente reduziram a disponibilidade de zinco e outros minerais importantes para formação de enzimas digestivas, causando esse efeito de pior ganho de peso e conversão alimentar.

Conforme afirma Fernandes (2012), para ocorrer a síntese do hormônio de crescimento em frangos de corte, o mesmo necessita ingerir através da dieta uma quantidade de zinco, caso contrário compromete sua produção entre a de outros hormônios importantes.

O resultado do presente estudo diverge ao encontrado por Kucuk (2008), que trabalhou com codornas japonesas e verificou que a suplementação de zinco ou até mesmo sua combinação com magnésio não contribuíram para a melhoria do ganho de peso.

Os níveis de zinco influenciaram a conversão alimentar das codornas japonesas também de forma linear crescente ( $p=0,0060$ ) (Tabela 3), de 2,217 para 2,351 (g/g), representando uma piora na conversão alimentar de 6,08 % (Figura 2).

Este resultado se deu pelo menor ganho de peso das codornas do grupo que recebeu o maior nível de suplementação de zinco, pois mesmo os grupos tendo consumo semelhante, a maior suplementação promoveu redução no aproveitamento, gerando o menor ganho.



**Figura 2.** Conversão alimentar (g/g) de codornas japonesas de 1 a 21 dias de idade em função dos níveis de Zinco (mg/kg).

O resultado obtido no presente trabalho sobre a conversão alimentar está em contraste com o de Salim *et al.* (2012), que estudaram o efeito da suplementação de 40 mg/kg de zinco para pintos de corte fêmeas e machos, e não verificaram efeito do mineral sobre a conversão alimentar dessas aves, diferente dos obtidos por Lai *et al.* (2010), que verificaram que a suplementação de até 40 mg de zinco para frangos de corte apresentou melhora na conversão alimentar quando comparado ao grupo controle.

O consumo de ração foi influenciado pelo ambiente térmico ( $p=0,0007$ ). O conforto térmico promoveu o maior consumo de ração, cerca de 8,46g a mais em comparação ao estresse por calor (200,64g versus 192,18g) (Tabela 3).

O consumo de ração tem uma relação direta com o tipo de ambiente que os animais homeotérmicos estão alojados (estresse por calor ou frio e conforto térmico), pois estes alteram seu comportamento ingestivo com objetivo de manter a temperatura corporal dentro da normalidade; em ambiente frio aumenta-se a ingestão de ração para gerar mais calor metabólico, enquanto que no calor as aves evitam alimentar-se na tentativa de reduzir o incremento calórico gerado no organismo.

O atual trabalho está em conformidade com Melo *et al.* (2016), que afirmam a importância da relação temperatura/nutrição na criação de galinhas poedeiras, e que a temperatura ambiente determina o quanto as aves irão ingerir de ração, podendo afetar de forma negativa o desempenho produtivo.

As aves, quando alojadas em ambientes de estresse por calor e em associação com alta umidade relativa do ar, possuem a eficiência das trocas de calor por ofegação reduzidas (BARTLETT & SMITH, 2003). Dessa forma, para manter a temperatura corporal, as codornas japonesas consomem menos ração nos momentos mais quentes do dia (SAHIN & KUCUK, 2003).

Para Guimarães *et al.* (2014), o menor consumo de ração das codornas nos períodos mais quentes do ano consiste numa forma de reduzir o calor gerado pelo corpo quando realiza os processos de digestão do alimento, como também, um ajuste na ingestão de energia.

Não houve efeito do ambiente sobre ganho de peso das aves ( $p=0,1491$ ), havendo efeito deste na conversão alimentar ( $p=0,0061$ ), apresentando o melhor resultado as codornas submetidas a temperatura ambiente considerada estressante.

A melhor conversão alimentar no ambiente de estresse por calor pode ser explicada pela menor ingestão de ração, essa resposta comportamental é típica dos homeotérmicos na tentativa de reduzir o aumento de calor corporal. Resultado semelhante para a conversão alimentar foi verificado por Guimarães *et al.* (2014) que, ao avaliarem a produção de ovos de codornas japonesas e europeias em diferentes estações do, observaram que na época mais quente a conversão alimentar por dúzia de ovos foi melhor quando comparado ao período mais frio.

De acordo com Silva *et al.* (2009), o ambiente frio resulta em a pior conversão alimentar em frangos de corte, e em altas temperaturas essa conversão melhora em consequência do menor consumo de ração entre 1 a 21 dias.

#### **4.2. Período de 22 a 42 dias de idade**

Não houve interação os fatores níveis de zinco e o ambiente sobre as variáveis de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Assim, serão considerados os fatores isoladamente (Tabela 4).

Nesta fase, não houve efeito dos níveis de zinco para as variáveis de consumo de ração ( $p=0,3790$ ), ganho de peso ( $p=0,4611$ ) e conversão alimentar ( $p=0,6178$ ) das codornas japonesas (Tabela 4). Já o ambiente promoveu efeito para o consumo de ração ( $p=0,0181$ ), sendo encontrado o maior valor no conforto térmico com a ingestão de ração de 17,73g a mais que o ambiente de estresse por calor (355,69g versus 337,96g)

O maior consumo de ração pelas codornas nesta fase consiste apenas em atender as necessidades nutricionais, visto que no ambiente de conforto térmico, a ave não desvia os nutrientes para manutenção de termorregulação, o que potencializa o seu desempenho. No entanto, a redução da ingestão de alimento em altas temperaturas representa uma estratégia comum nesse tipo de ambiente, visando manter a temperatura corporal dentro dos limites.

**Tabela 4.** Desempenho de codornas japonesas de 22 a 42 dias de idade submetidas a diferentes níveis de zinco e dois ambientes térmicos

Níveis de Zinco (mg/kg)	Consumo de ração (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)
30	358,17	62,66	5,72
60	340,82	62,41	5,47
90	345,39	62,52	5,53
120	351,78	65,60	5,38
150	337,78	62,55	5,41
Ambiente**			
Conforto	355,69 A	66,21 A	5,38 B
Estresse por calor	337,96 B	60,12 B	5,62 A
C.V. (%)	5,23	3,94	5,72
Valor de P			
Zn	0,4136	0,2722	0,2735
Ambiente	0,0181	<0,0001	0,0296
Zinco x Ambiente	0,3790	0,4611	0,6178
Regressão			
Linear	0,2604	0,1718	0,0606
Quadrática	0,6799	0,6614	0,5073

\*\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Por serem animais homeotérmicos, as aves apresentam a capacidade de modificar seu comportamento e o consumo de ração é uma dessas modificações (BOIAGO *et al.*, 2013). Quando a temperatura se encontra acima da zona de conforto térmico, as codornas consomem menor quantidade de ração na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno (NUNES *et al.*, 2014).

O ganho de peso também foi influenciado pelo ambiente ( $p=0,0001$ ). As aves mantidas em conforto térmico apresentaram o maior ganho de peso médio, com uma diferença de 6,09g para o ambiente de estresse por calor (66,21g versus 60,12g), representando uma queda no ganho de peso de 9,19% no estresse no calor.

A explicação para tal resultado seria a utilização dos nutrientes advindos da dieta de forma mais eficiente, pois nesse tipo de ambiente os mecanismos de termorregulação não desviam nutrientes, o que contribui para melhor ganho de peso.

Frangos de corte criados em estresse por calor cíclico, o ganho de peso é reduzido em aproximadamente em 4,6% em comparação com os frangos criados na termoneutralidade (SILVA *et al.*, 2015).

O resultado de ganho de peso do presente estudo se assemelha com os de Oliveira *et al.* (2006), na qual as aves alojadas em estresse por calor de 32 °C apresentaram o ganho de peso inferior de 21,3% quando comparado aos que foram criados em ambiente termoneutro de 25 °C.

Nessa segunda fase houve efeito da temperatura sobre a conversão alimentar ( $p=0,0296$ ), sendo que o melhor valor foi encontrado na sala de conforto térmico com o valor de 5,38, em que o ambiente de estresse por calor apresentou um piora na conversão alimentar de 4,56%.

Este valor foi devido ao maior consumo de ração seguindo de maior ganho de peso das codornas no ambiente de termoneutralidade quando comparado aos outros animais que foram alojados no estresse por calor. Os animais na termoneutralidade necessitaram consumir menos ração para o ganho de 1 g de peso em comparação aos animais em estresse por calor.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira Neto *et al.* (2000), quando avaliaram dois tipos de ambiente para frangos de corte no período de 22 a 42 dias, e verificaram que no ambiente de estresse por calor de 32,3 °C as aves apresentaram piora de 19% na conversão alimentar, em relação ao termoneutro de 23,3 °C.

#### **4.3. Relação entre as fases**

Houve diferença nas respostas dos animais nas diferentes fases, pois o zinco foi capaz de influenciar apenas os resultados dos animais de 1 a 21 dias de idade. Quanto ao ambiente, apesar de ter promovido o mesmo efeito no consumo de ração pelos animais, é possível observar diferenças quanto a conversão alimentar; os animais de 1 a 21 dias apresentaram melhora da conversão no estresse por calor, enquanto que de 22 a 42 dias a melhor conversão foi obtida pelas codornas submetidas ao conforto térmico.

As diferenças nos resultados de conversão alimentar podem ser justificadas por um possível efeito do zinco em amenizar as respostas ao estresse por calor nos animais de 1 a 21 dias (SAHIN *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2015).

Outra explicação estaria relacionada o fato das codornas de idade avançada sofrerem mais com estresse por calor por apresentarem o sistema termorregulatório desenvolvido, já

as aves nos primeiros dias de vida toleram menos o frio pelo insuficiente desenvolvimento do sistema que regula a temperatura corporal, tolerando mais o calor (MORAES, 2010).

Os animais adultos possuem maior relação massa/superfície, e consequentemente menor resistência a altas temperaturas, pois com o aumento do tamanho ocorre redução na superfície de troca de calor (SCHIMIDT-NIELSEN, 1999), resultando em melhor aproveitamento do alimento pelos animais quando submetidos a conforto térmico, e perdendo mais energia nos mecanismos de troca de calor quando submetidos a temperaturas elevadas.

A diferença encontrada entre as fases pode ter relação com a idade das codornas, pois o zinco está diretamente associado ao crescimento e ao desenvolvimento do tecido ósseo (LAI *et al.*, 2010), assim, os animais na fase inicial demandam mais nutrientes para o desenvolvimento corporal e quando a idade avança o requerimento por nutriente como zinco tende a reduzir, pois a necessidade na fase adulta seria apenas para produzir substâncias essenciais ao funcionamento do organismo.

Diferenças na exigência de zinco por frangos de corte em diferentes fases foi encontrada por Gomes *et al.* (2009), que encontraram entre 22 e 42 dias de idade, exigências de zinco de 82,20 e 85,70 ppm para machos e fêmeas, respectivamente, enquanto níveis de zinco de 25 a 30 ppm, foram suficientes para atender às necessidades desse mineral em frangos de corte de ambos os sexos no período de 43 a 54 dias de idade.

## **5. CONCLUSÃO**

O nível de 30 mg de zinco atende a exigência para codornas independente da fase e do ambiente térmico e, em ambas as fases estudadas, o estresse por calor compromete o desempenho das codornas, sendo os prejuízos mais significativos nos animais de idades mais avançadas.



## 6. REFERÊNCIAS

- AKBARI MOGHADDAM KAKHKI, R.; BAKHSHALINEJAD, R.; HASSANABADI, A.; FERKET, P. Effects of dietary organic zinc and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplements on growth performance, meat quality, tissues minerals, and  $\alpha$ -tocopherol deposition in broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 96, n. 5, p. 1257-1267, 2016.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. 2ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.
- BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Piracicaba, 2004, 141p.
- BARTLETT, J. R.; SMITH, M. O. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. **International Journal of Poultry Science**, v. 82, n. 10, p. 1580-1588, 2003.
- BOIAGO, M. M.; BORBA, H.; SOUZA, P. A.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, F. B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 241-247, 2013.
- CAIRES, C. M.; CARVALHO, A. P.; CAIRES, R. M. Nutrição de frangos de corte em clima quente. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 3, p. 577-583, 2008.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. D. P.; SOUSA, F. D. A. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.
- CRUZ, V. C.; FERNANDEZ, I. B. Effect of organic selenium and zinc on the performance and egg quality of Japanese quails. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 2, p. 91-95, 2011.
- DÍAZ, T. G.; TEODORO, A. L.; ROJAS, I. C. O.; CHITIVA, A. F. P.; GUZMAN, J. A. P. Metabolismo do cobre na nutrição animal: Revisão. **PUBVET**, v. 9, p. 252-286, 2015.
- FERNANDES, M.N.S. Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2104-2115, 2012.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Aprenda Fácil, Viçosa-MG, 2011. 16 a 87p.
- GOMES, P. C.; RIGUEIRA, D. C. M.; BRUMANO, G.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SCHMIDT, M. Níveis nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1719-1725, 2009.
- GUIMARÃES, M. C. D. C.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. D.; TOTA, L. C. A.; SILVA, C. M.; LOPES, K. B. D. P.; SOARES, R. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 231-237, 2014.
- KUCUK, O. Zinc in a combination with magnesium helps reducing negative effects of heat stress in quails. **Biological trace element research**, v. 123, n. 1-3, p. 144-153, 2008.

LAI, P. W.; LIANG, J. B.; HSIA, L. C.; LOH, T. C.; HO, Y. W. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 7, p. 937-945, 2010.

MEDEIROS, S. D. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JÚNIOR, J. C. D. U.; SILVA JUNIOR, J. L. D. U. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2005.

MELO, A.; FERNANDES, R. T. V.; MARINHO, J. B. M.; ARRUDA, A. M. V.; FIGUEIRÊDO, L. C.; FERNANDES, R. T. V. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **PUBVET**, v. 10, p. 795-872, 2016.

MORAES, M. T. T. D. **Balanco eletrolítico para codornas japonesas (Coturnix Coturnix Japonica) na fase de produção**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba - PR. 2010.

NAMAZU, L. B.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E. A.; TAKEARA, P.; TRINDADE NETO, M. A. D. Lisina digestível e zinco quelado para frangos de corte machos: desempenho e retenção de nitrogênio na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1634-1640, 2008.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N.; OLIVEIRA, S. D.; MOURA, A. A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

NUNES, K. C.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; SANTANA, M. R.; CALDARA, F. R. Efeito da temperatura ambiente e energia na ração de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 839, 2014.

OLIVEIRA NETO, A. R. D. U.; OLIVEIRA, R. F. M. D. U.; DONZELE, J. L. U.; ROSTAGNO, H. S. U.; FERREIRA, R. A. U.; MAXIMIANO, H. D. C. U.; GASPARINO, E. U. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2000.

OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; VAZ, R. G. M. V.; ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1398-1405, 2006.

REZENDE, J. C. R. **Zinco na nutrição e saúde de frangos de corte**. Dezembro 2016. 91 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade e Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, São Paulo. 2016.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p. 2011.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. **The Journal of nutrition**, v. 133, n. 9, p. 2808-2811, 2003.

SAHIN, K.; SMITH, M. O.; ONDERCI, M.; SAHIN, N.; GURSU, M. F.; KUCUK, O. Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. **International Journal of Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 882-887, 2005.

SALIM, H. M.; LEE, H. R.; JO, C.; LEE, S. K.; LEE, B. D. Effect of dietary zinc proteinate supplementation on growth performance, and skin and meat quality of male and female broiler chicks. **British poultry science**, v. 53, n. 1, p. 116-124, 2012.

SAS/STAT® Versão 9.1. do sistema SAS para Windows, copyright© 1999-2001 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SCHIMIDT-NIELSEN, K. **Regulação da temperatura**. In. Fisiologia animal: Adaptação e meio ambiente. 5ª edição. Editora Santos, São Paulo – SP, 600 p. 1999.

SILVA, G. C.; MATTOS NASCIMENTO, M. R. B.; PENHA SILVA, N.; ABREU FERNANDES, E.; VILELA, D. R.; SOUTO, M. M. Suplementação com zinco e selênio em frangos de corte submetidos a estresse cíclico de calor. **Revista Ceres**, v. 62, n. 4, p. 372-378, 2015.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. Ambiência na produção de aves de postura. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p.150-214, 2001.

SILVA, V. K.; SILVA, T.; DELLA, J.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; HADA, F. H.; BARBOSA DE MORAES, V. M. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 690-696, 2009.

SOUSA, M. S. Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades. Tese (Doutorado em engenharia agrícola) Viçosa- MG 2013, 76 p.

SOUSA, M. S.; TINÔCO, I. D. F. F.; TOLEDO BARRETO, S. L.; AMARAL, A. G.; PIRES, L. C.; FERREIRA, A. S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 350-360, 2014.

SUNDER, G. S.; PANDA, A. K.; GOPINATH, N. C. S.; RAO, S. R.; RAJU, M. V. L. N.; REDDY, M. R.; KUMAR, C. V. Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability, and immune competence in broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 1, p. 79-86, 2008.